

РАТАН-600 (2017-1 г.г.)

научно-технический отчет



**Сотникова Ю.В.,
заместитель директора САО РАН по научной работе**



Наблюдательные программы 2017-1 (15)

Наблюдения в континууме*:

I. Галактические объекты: 1 программы.

CAO РАН; Smithsonian Astrophys. Obs., USA; CIFS, Italy; Universite Paris, France, НИИЯФ МГУ.

II. Внегалактические объекты: 6 программ:

CAO РАН, ГАИШ МГУ, АКЦ ФИАН, Рабочая группа РАДИОАСТРОН (13 стран), Aalto University Metsahovi Radio Observatory.

*Вторичные зеркала №1 и №2 с комплексом аппаратуры сплошного спектра (приемно-измерительные комплексы МАРС-3 и ЭРИДАН).

Солнце

III. Радиоизлучение Солнца: 7 программ.

1. Исследование радиоизлучения переходной области между S и B компонентами на Солнце (CAO РАН).
2. Исследование зависимости наклона спектра солнечных активных областей от типа магнитной конфигурации (CAO РАН).
3. Геоэффективные процессы в солнечной атмосфере и нестационарные явления в околоземном космическом пространстве (ИСЗФ СО РАН).
4. Мониторинг солнечной активности в 24 цикле (ФГБУ ИПГ).
5. Совместные исследования магнитосфер активных областей на ГАС ГАО и РАТАН-600 (ГАС ГАО РАН).
6. Развитие методов корональной радиомагнитометрии (СПБГУ).
7. Исследование вклада нетеплового излучения стабильных активных областей на Солнце по микроволновым наблюдениям (НАО Китайской академии наук).

IV. Аппаратурно-методические, измерительные.

1. Испытания антенной системы Ю+П в режиме сопровождения (CAO РАН). Вторичные зеркала №2, 3.

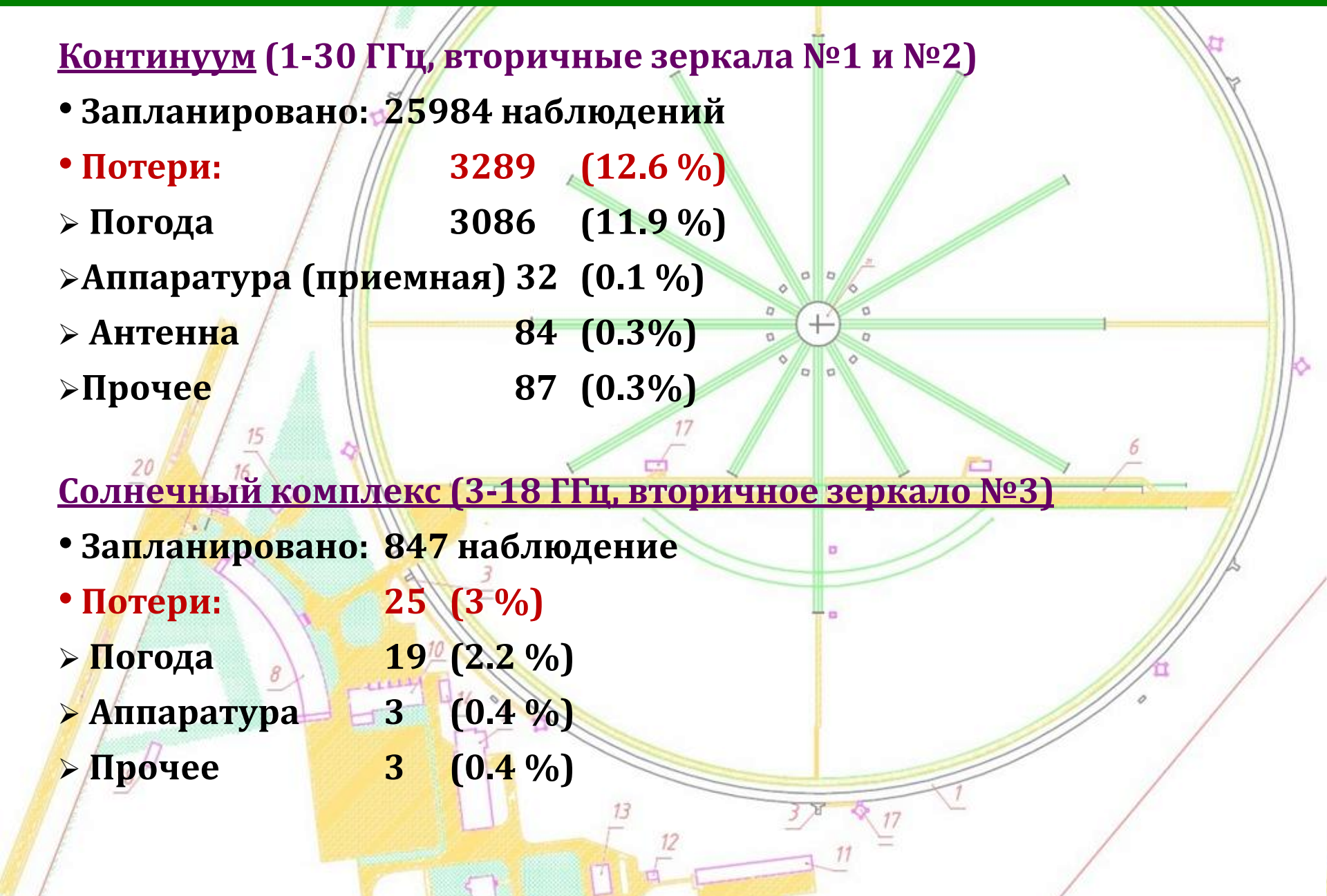
Наблюдения в 2017 (1) г.

Континуум (1-30 ГГц, вторичные зеркала №1 и №2)

- Запланировано: 25984 наблюдений
- **Потери:** **3289 (12.6 %)**
 - Погода 3086 (11.9 %)
 - Аппаратура (приемная) 32 (0.1 %)
 - Антенна 84 (0.3%)
 - Прочее 87 (0.3%)

Солнечный комплекс (3-18 ГГц, вторичное зеркало №3)

- Запланировано: 847 наблюдение
- **Потери:** **25 (3 %)**
 - Погода 19 (2.2 %)
 - Аппаратура 3 (0.4 %)
 - Прочее 3 (0.4 %)



Наблюдательные программы РАТАН-600 1999-2017 гг.

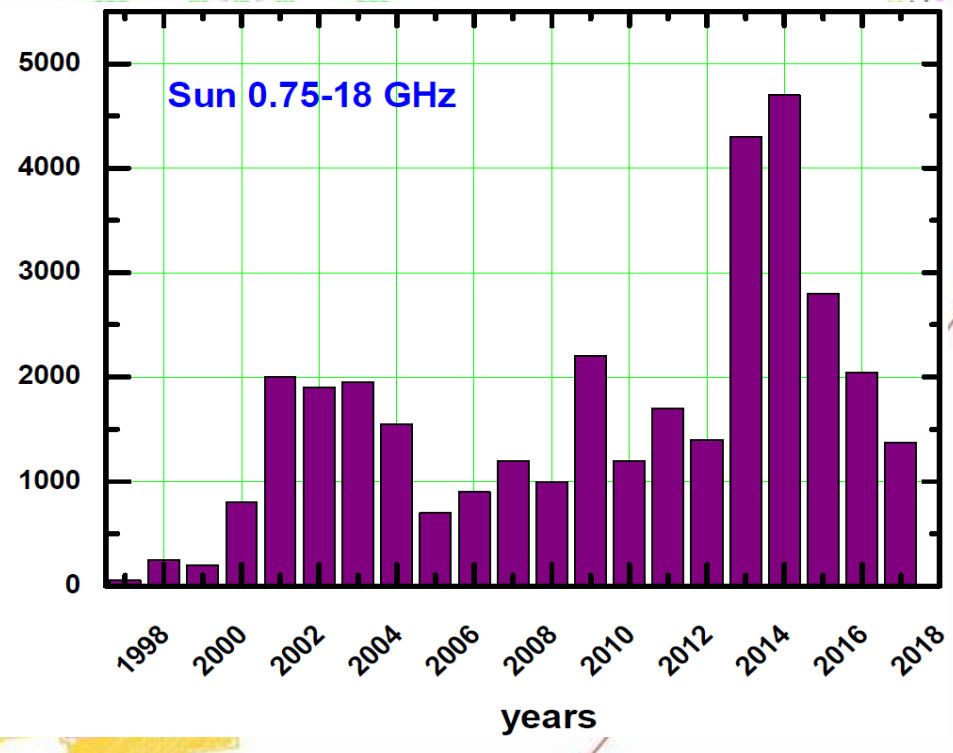
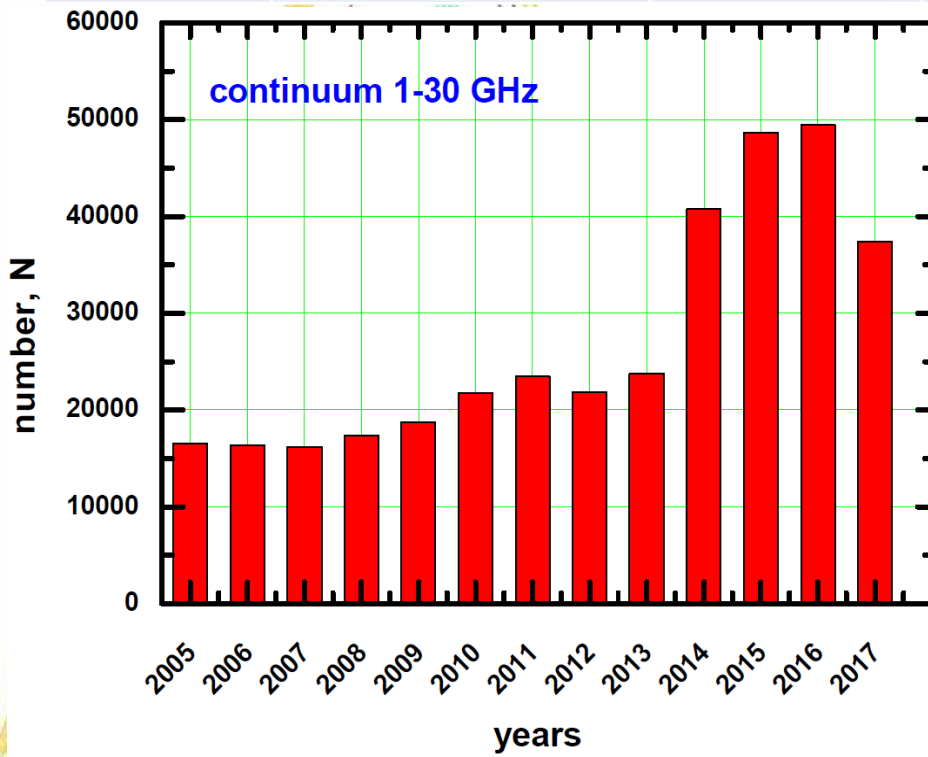
> 50% -
сторонние
пользователи
(РФ);

33% -
иностранные
пользователи

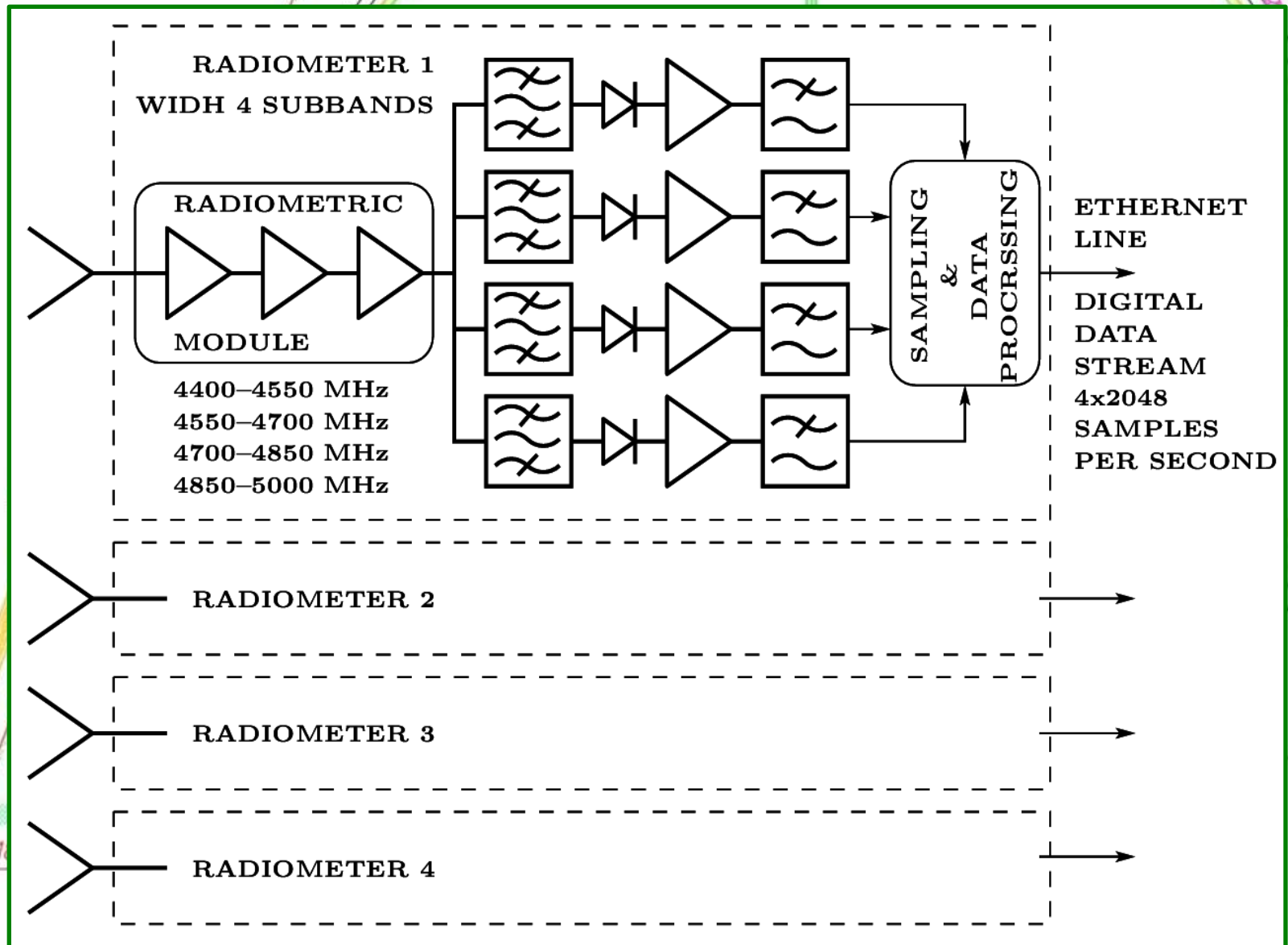


Загрузка РАТАН-600

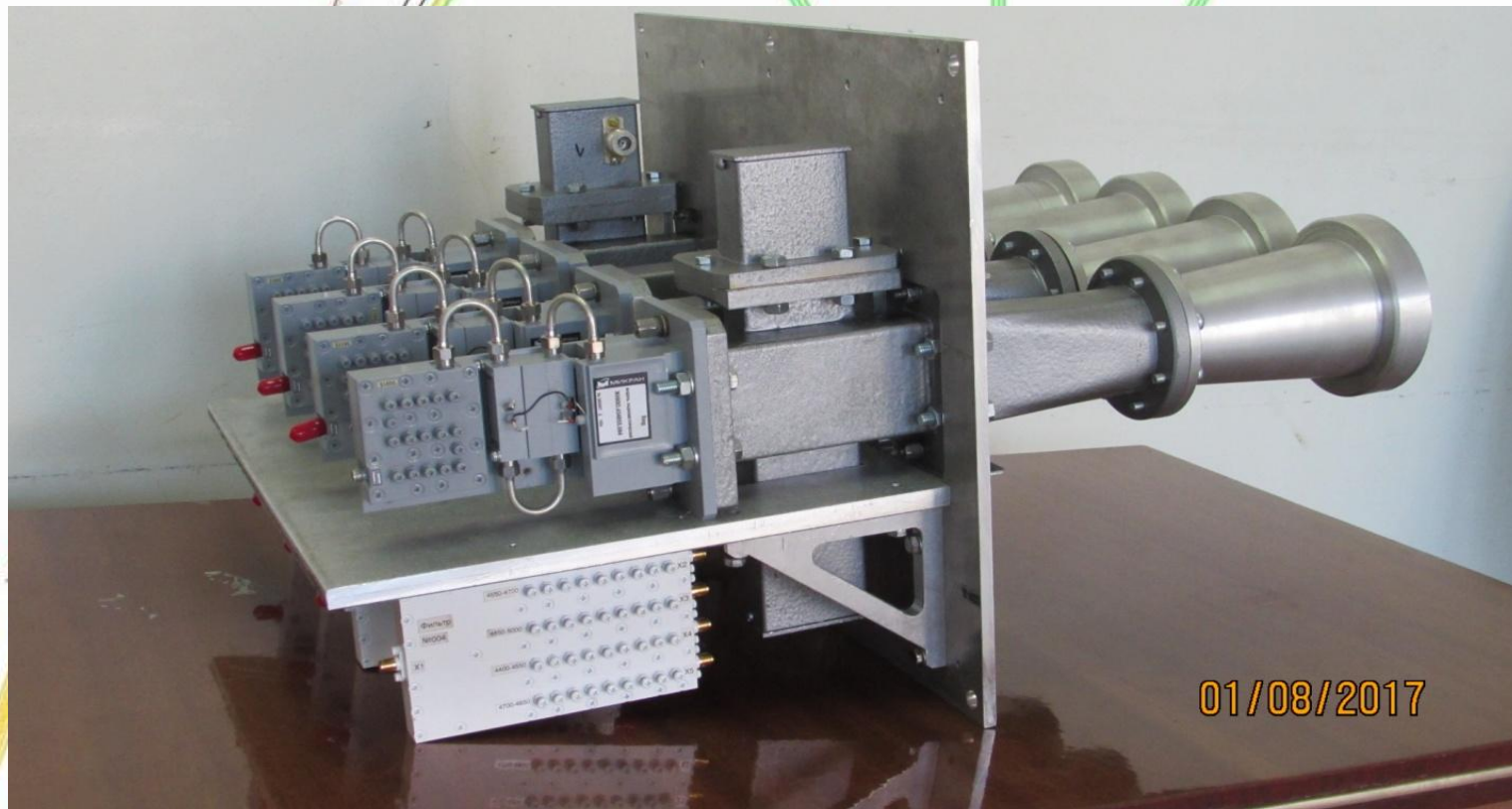
| год | Максимально возможное время работы, часы | Фактическое время работы телескопа, часы | | загрузка телескопа (k) | в интересах третьих лиц (k) |
|------|--|--|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| | | всего | сторонние пользователи | | |
| 2014 | 8784 | 8022 | 4600 | 91% | 57% |
| 2015 | 8760 | 8054 | 4228 | 92% | 52% |
| 2016 | 8784 | 7992 | 5415 | 91% | 68% |



Задачи поиска быстрых радиовсплесков (FRB)



Радиометрический комплекс в процессе сборки в лаборатории (август 2017 г.)



Комплекс установлен на вторичном зеркале №5 на Западном секторе радиотелескопа, и с начала сентября 2017 г. ведется круглосуточный обзор неба по поиску FRB-событий.

Основные направления развития приемных комплексов РАТАН-600

- **Повышение чувствительности приемной аппаратуры.**

Модернизированы радиометры РАТАН-600 путем перехода от модуляционного приема к «радиометру полной мощности».

Результат — улучшение чувствительности всех радиометров континуума в 2 раза.

- **Улучшение долговременной стабильности радиометров.**

Модернизация схемы подачи калибровочного сигнала на новых неохлаждаемых радиометрах диапазона 6.3 см.

Результат – стабильность амплитуды ежедневно наблюдаемых калибровочных источников возрасла в 5 раз, с 1.5 % до 0.3 %.

Ведутся работы в этом направлении и для остальных диапазонов РАТАН-600.

- **Повышение точности и долговременной стабильности систем измерения сигналов радиометров.**

Разработана и введена в работу новая системы сбора данных и управления (ССДиУ) радиометров континуума.

- **Развитие средств и методов активного помехоподавления.**

Применяемые методики борьбы с помехами позволяют проводить наблюдения в «неблагополучных» диапазонах.

Геодезические измерения (Плоский отражатель)

1. После проведения ремонтных работ на Плоском отражателе: калибровка угломестных винтов, юстировка элементов.
2. Измерения плановых знаков геодезической сети для оценки планового положения Плоского отражателя.

Геодезические измерения (Западный сектор)

1. Переопределены расстояния до знаков опорной геодезической сети, сделана привязка опорных щитов для АК юстировки.
2. Определены поправки к индексу для вторичного зеркала №5, поправки к углу наклона зеркала.
3. Юстировка Западного сектора.

Наблюдения Солнца в режиме сопровождения/быстрого сканирования

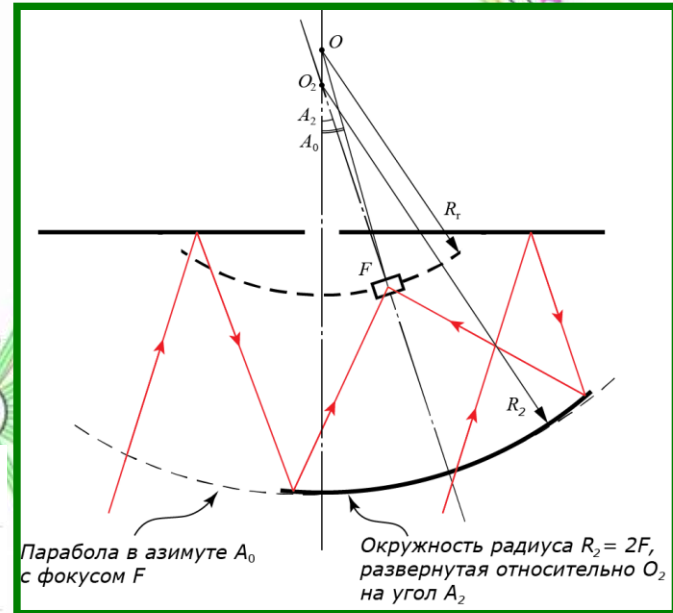
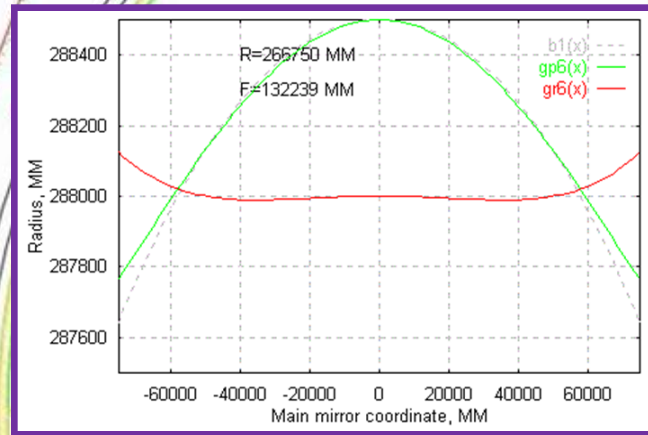
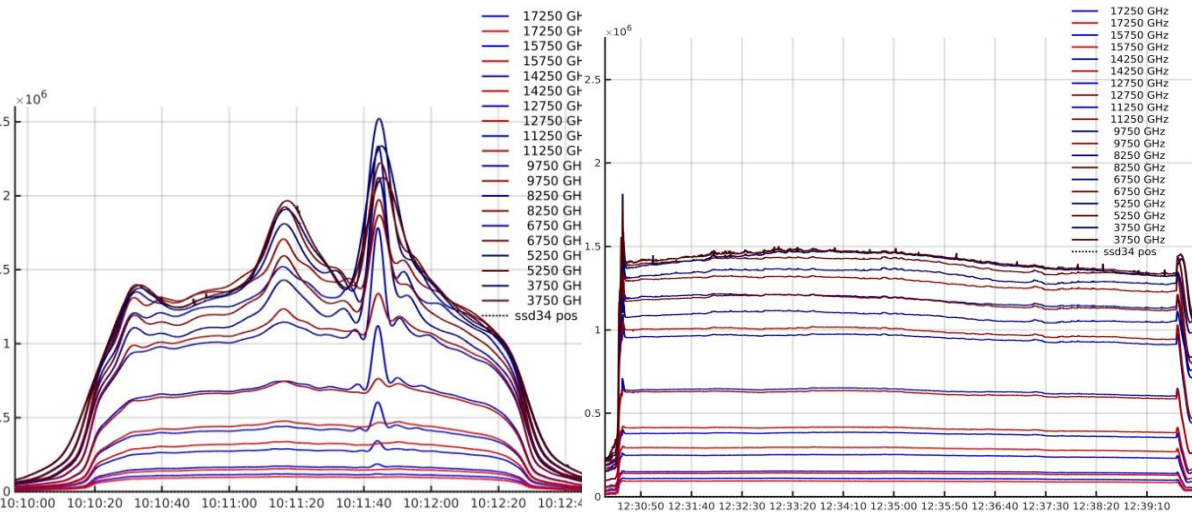
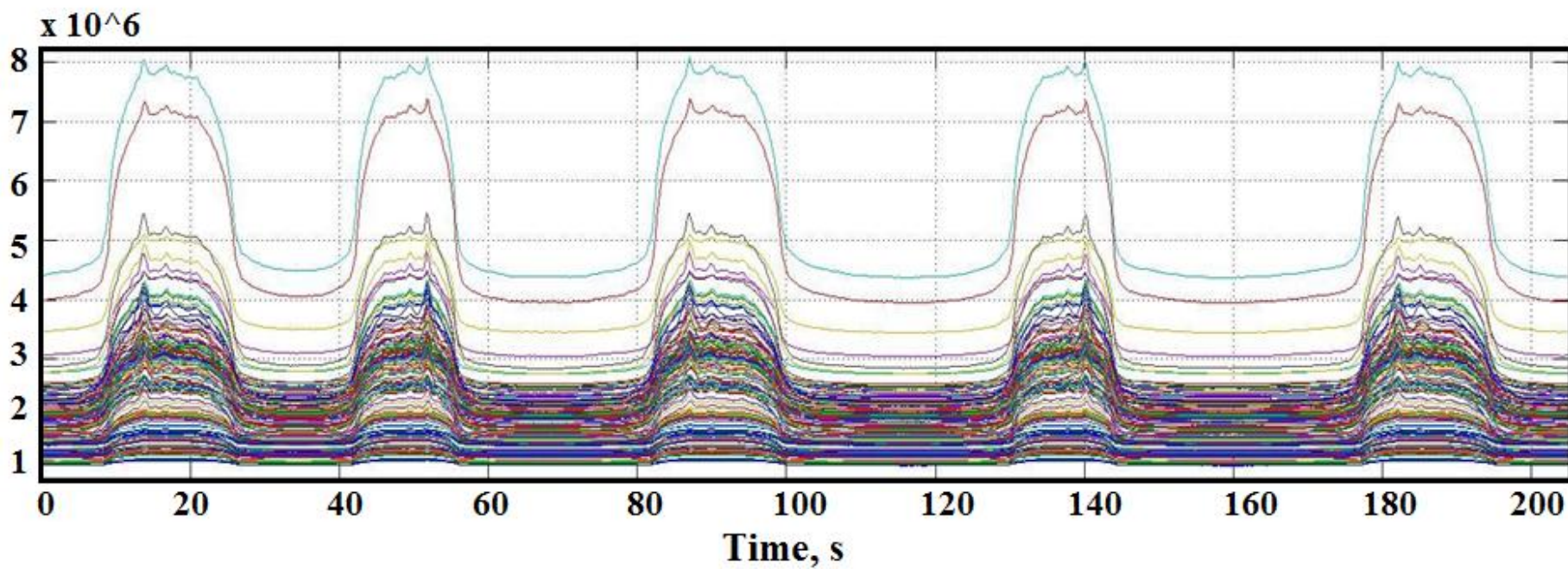
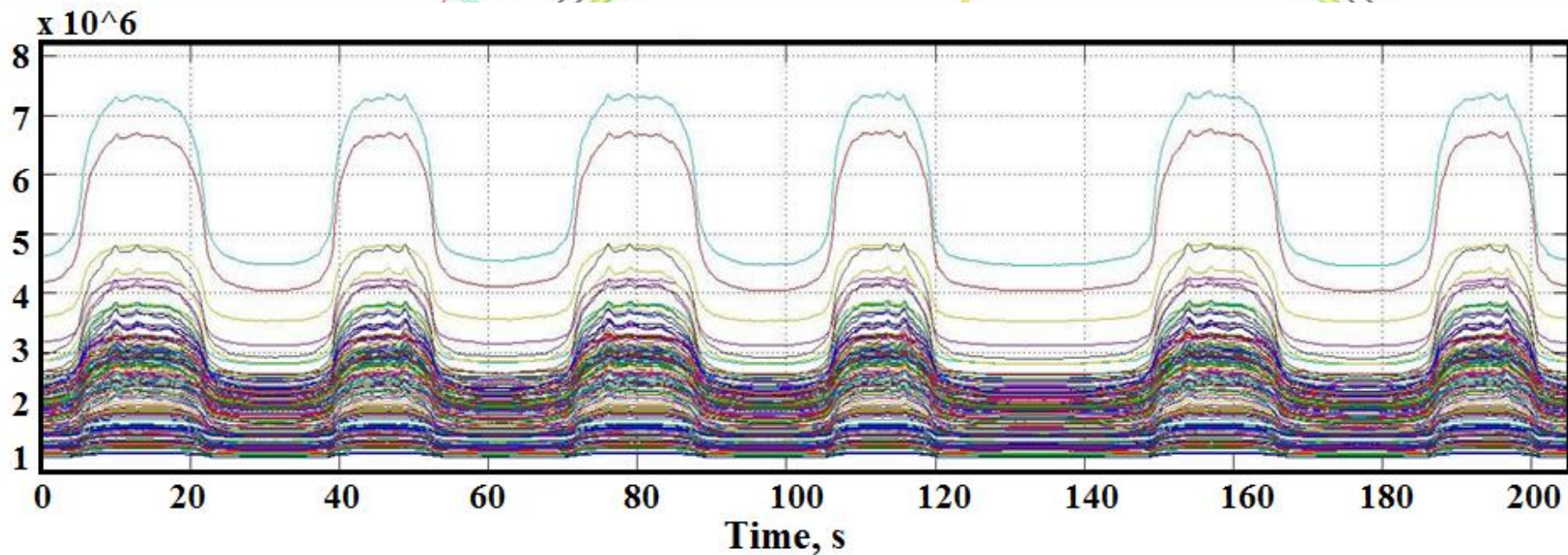


Схема: режим быстрого сканирования с сокращенной апертурой



Вид Солнца в азимуте в режиме прохождения с сокращенной апертурой (слева) и в режиме сопровождения АО-области (справа)

Освоение режима длительного сканирования Солнца

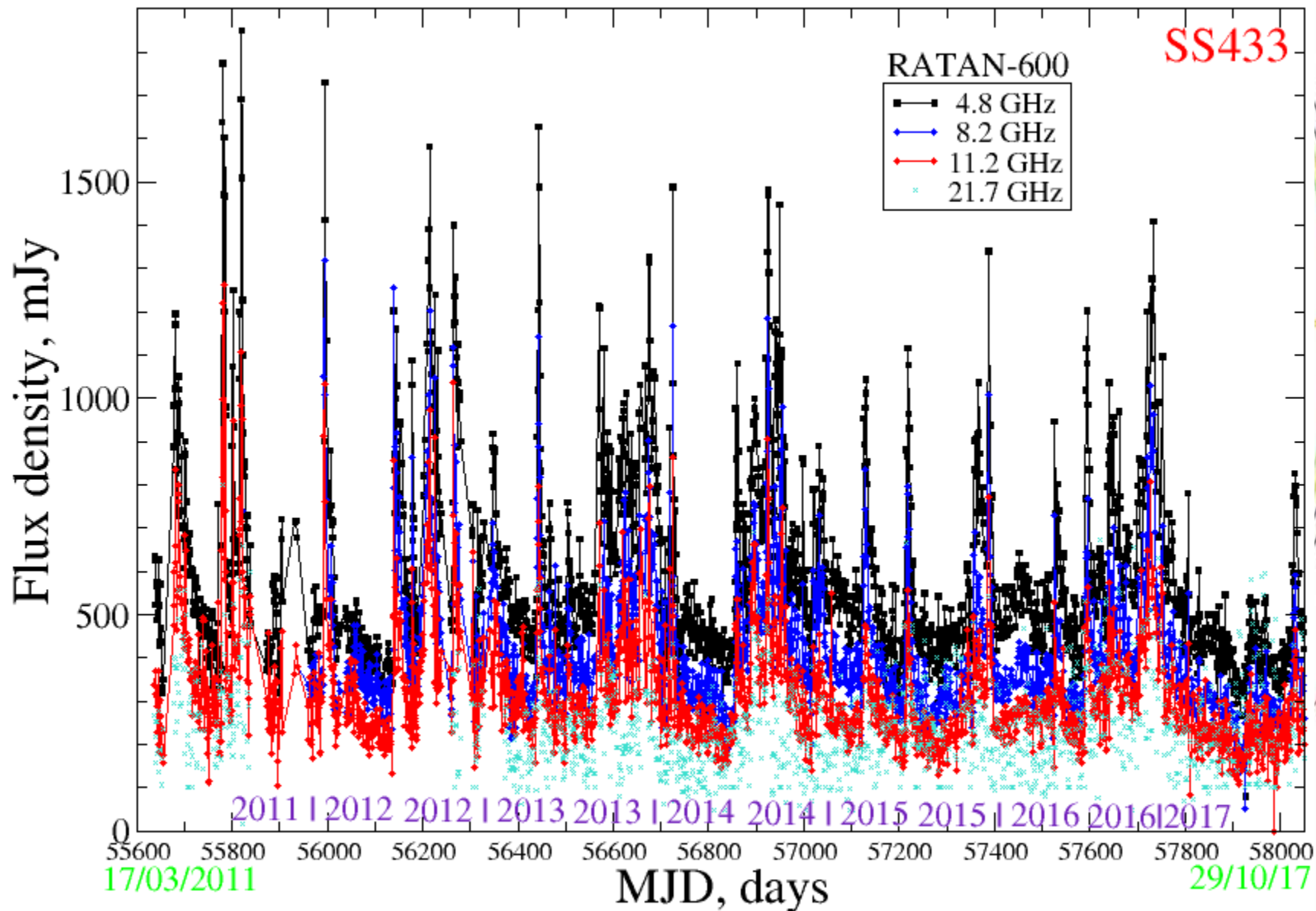


Ремонт механической части Плоского отражателя (50 элементов)



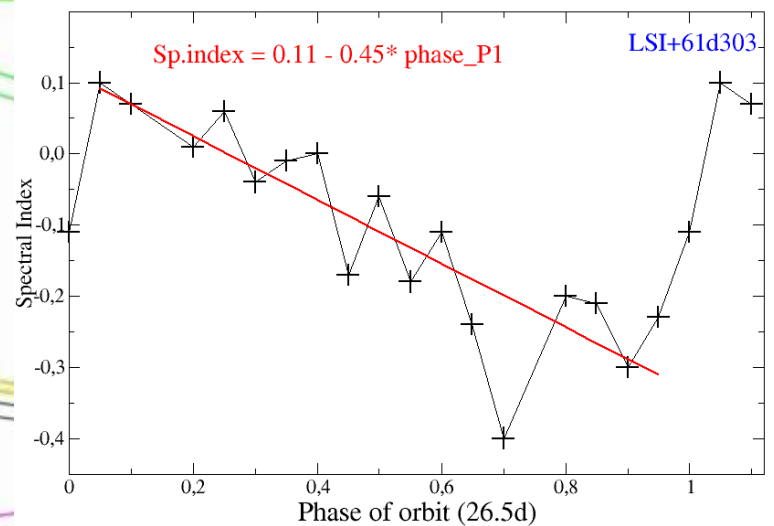
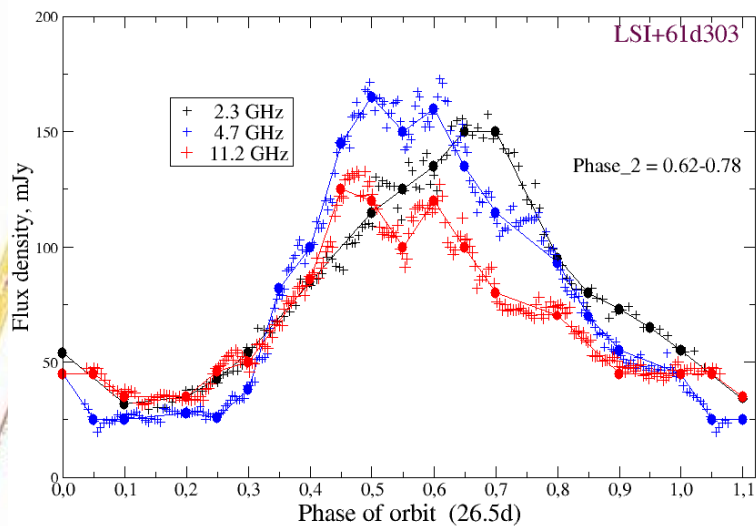
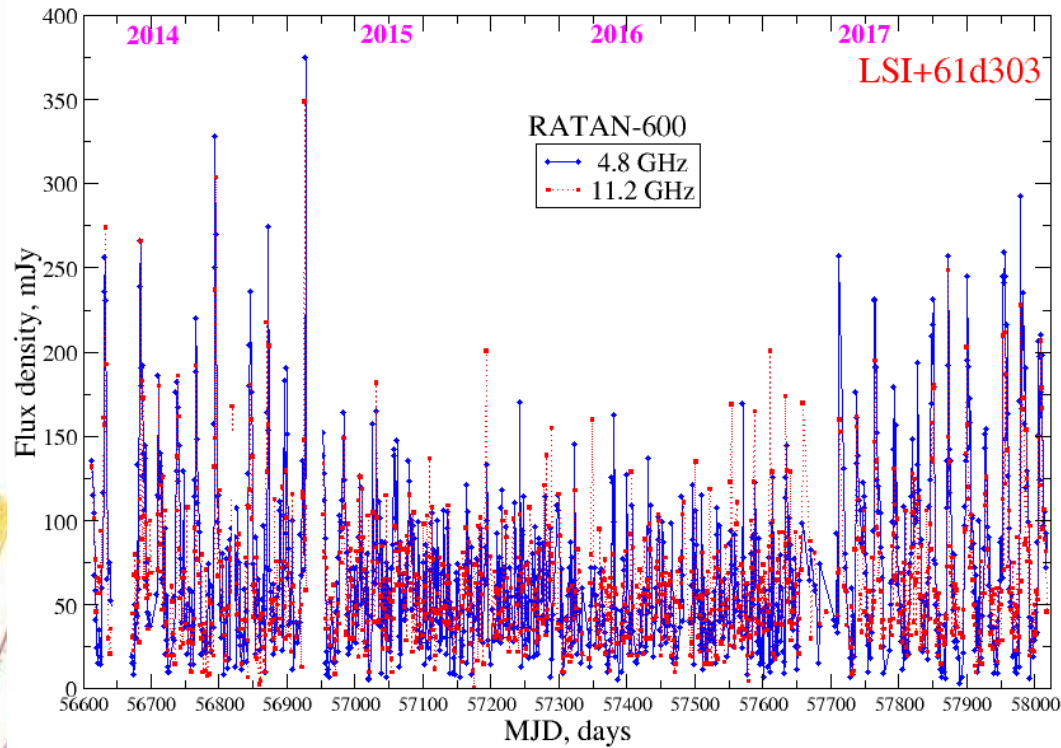
1. **Замена:** подшипников, бронзовой гайки, в планетарных и конических редукторах - шестерни, сальников, троса, блочков.
2. **Восстановление** ячейки посадки подшипников, деформированных вилок кардана.
3. **Полная переборка** механизмов.

SS 433 в 2011-17 году: ~2300 потоков на 4-6 частотах

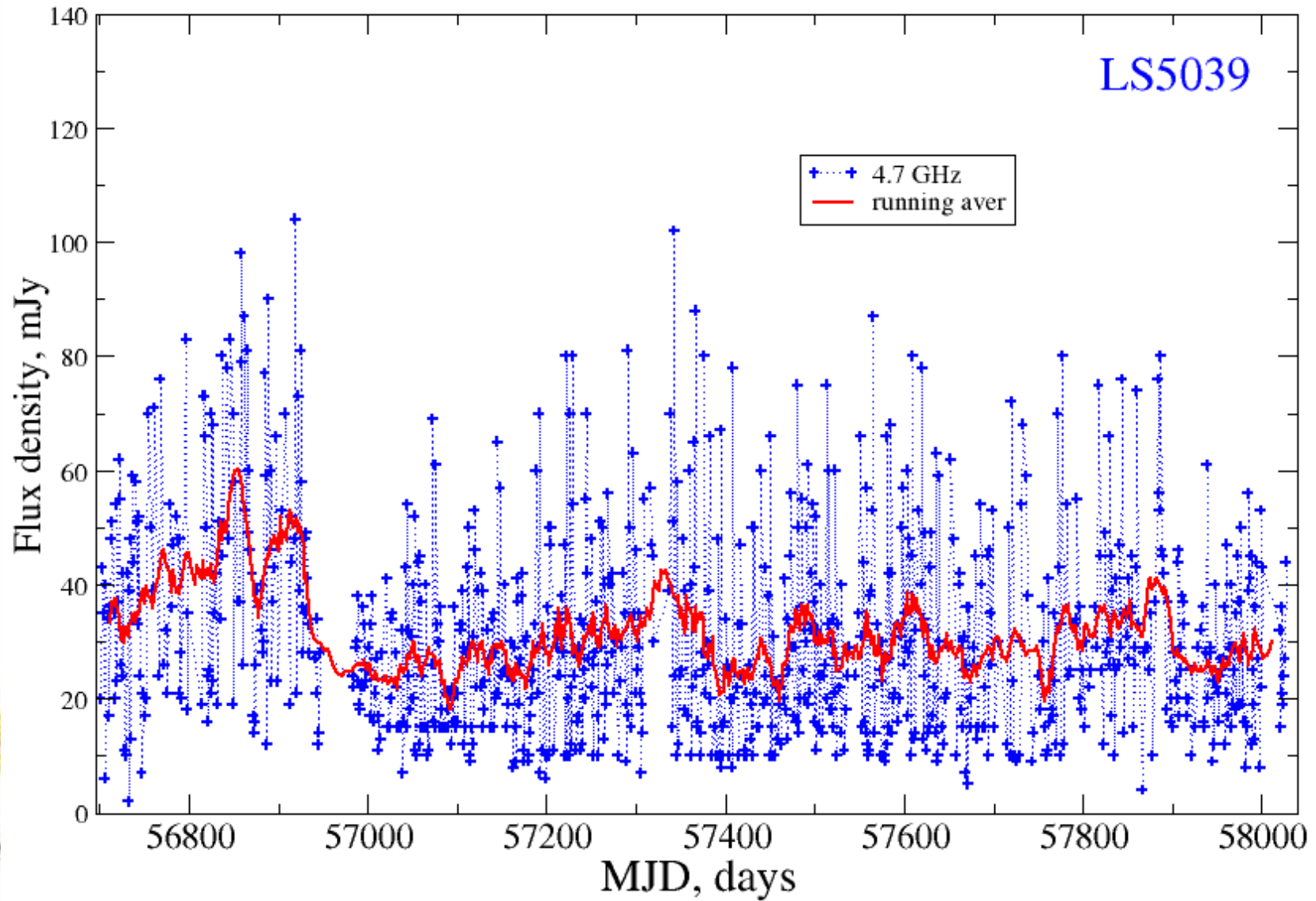


(Трушкин и др., 2017)

LSI+61d303: 1400 days (to 1667d of P2)



First light curve of LS5039 at 4.7 GHz



(Трушкин и др., 2017)

Ковалев и др.: РАТАН-600 + РадиоАстрон

➤ **7 публикаций** в рецензируемых журналах, 2013-2017:

Astronomy & Astrophys., **603**, A31, 30pp. (2017)

Astrophys. J. Letters, **820**, L9 (2016)

Astronomy & Astrophysics, **573**, A50 (2015)

Astronomy & Astrophysics, **565**, A26 (2014)

Космические исследования, **52**, 430 (2014)

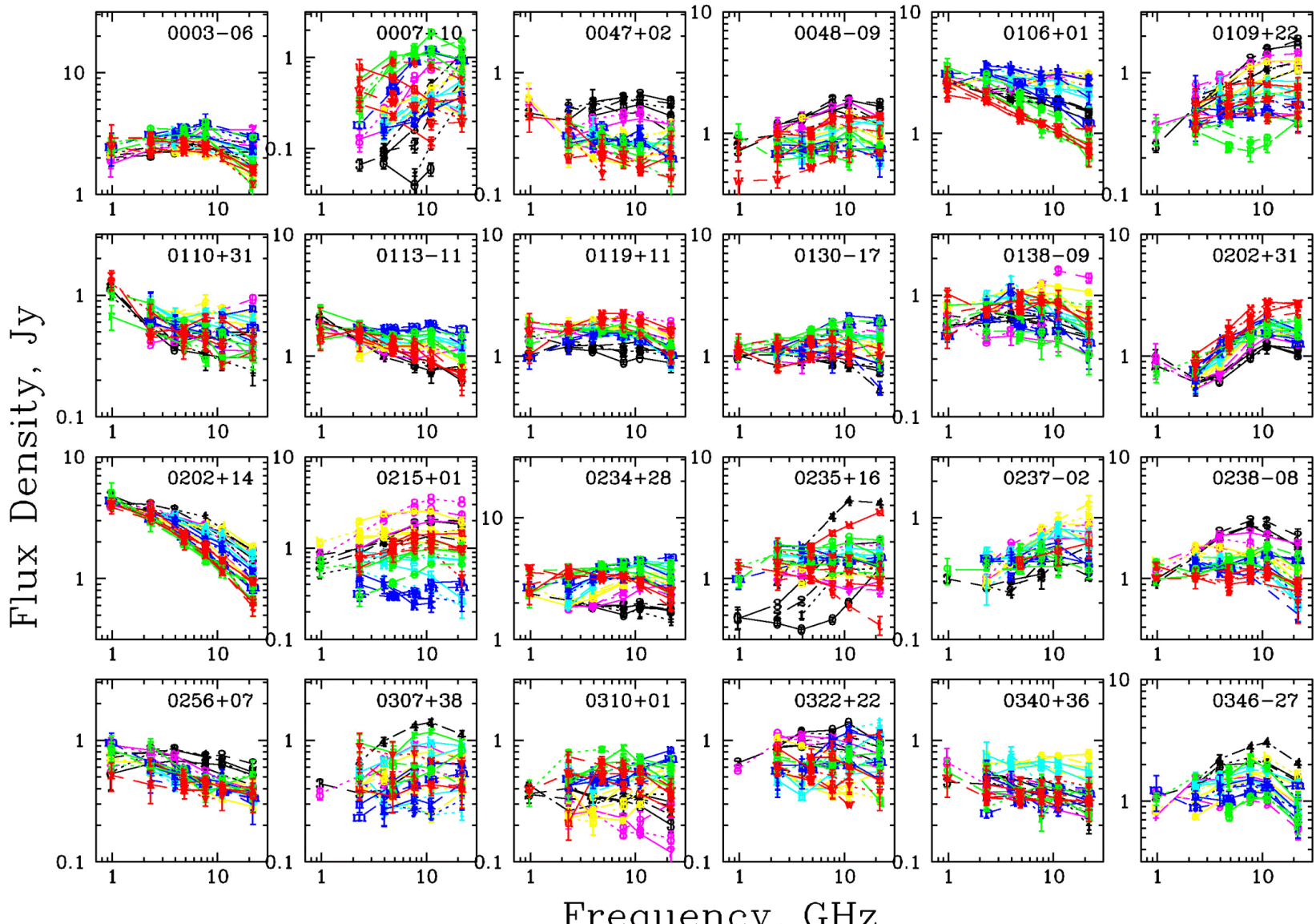
Astronomy & Astrophysics, **556**, A67 (2013)

Астрономический журнал, **90**, 179 (2013)

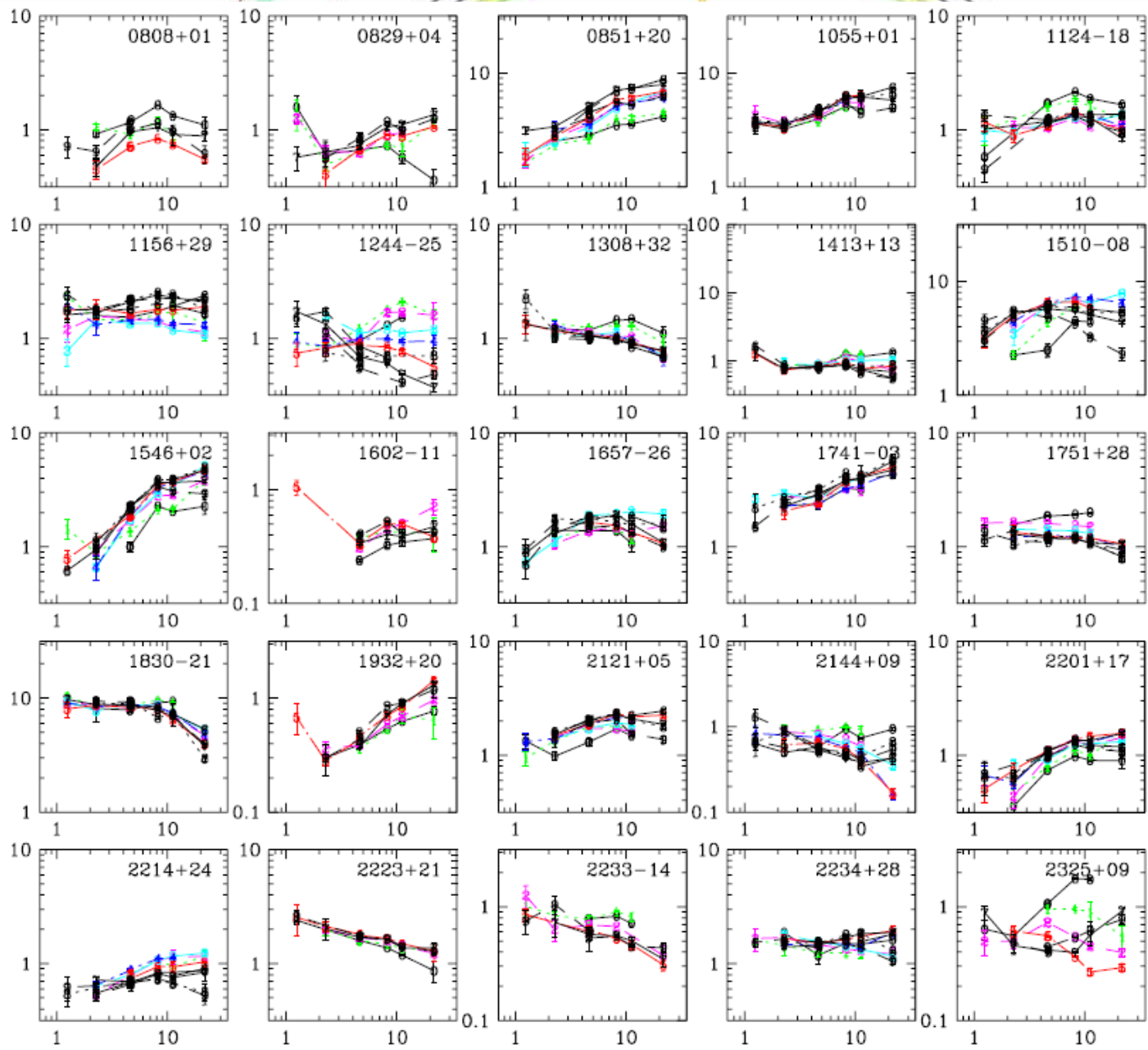
+ 4 доклада в материалах Ялта-ВАК-2017 по результатам: “РАТАН-600 -- РадиоАстрону”.

➤ **Дополнен список объектов для РА в 2016-2017гг (см. 2 след.слайда: 1) всплески, 2) 1997-2017 гг.)**

Наземная поддержка измерений КРТ (РадиоАстрон): нестационарное радиоизлучение ядер активных галактик (Kovalev et al., 1999-2017)



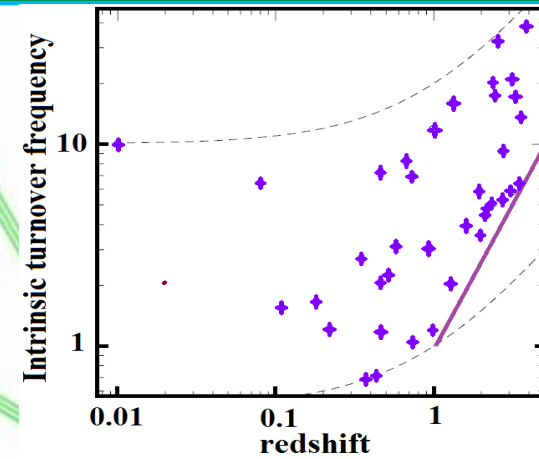
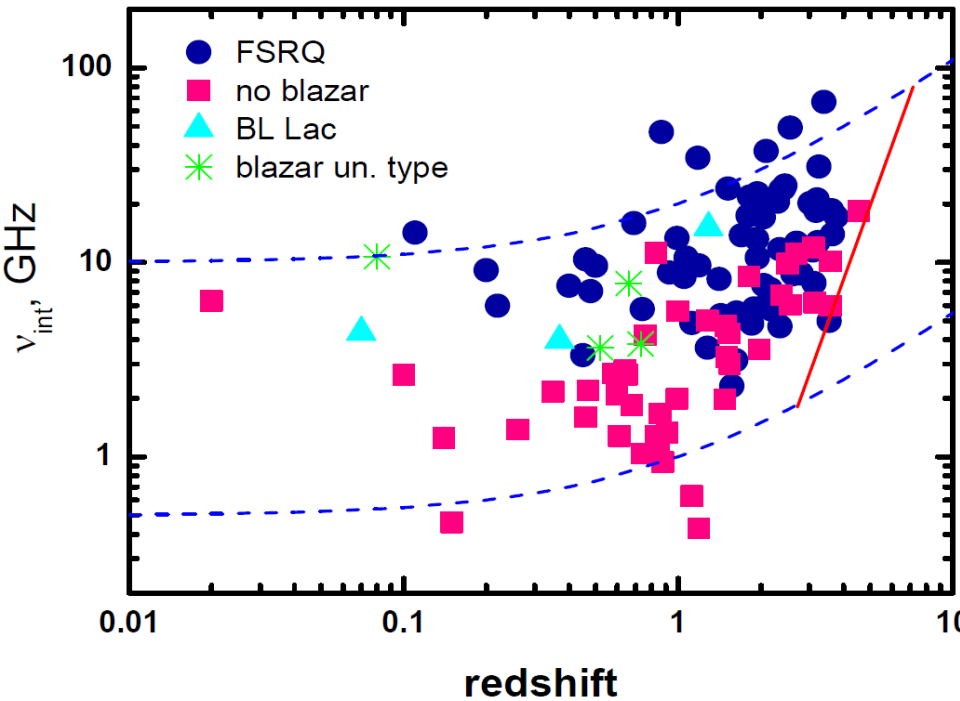
Flux Density, Jy



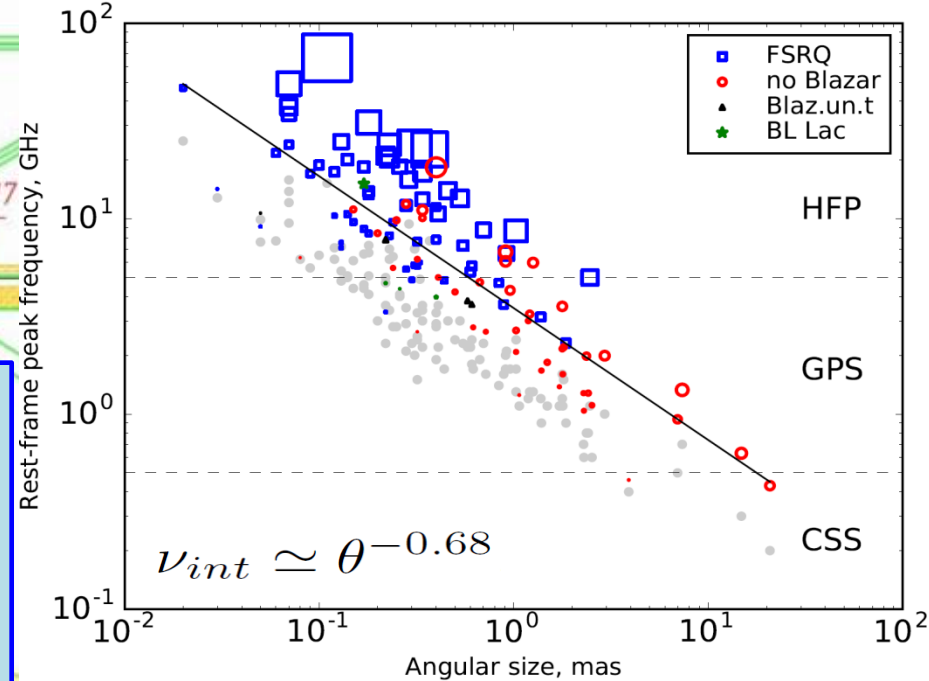
Frequency, GHz

RATAN-600 to RadioAstron, 2016-2017, 10 sets: 35 flares

CSS/GPS/HFP: Соотношение “размер - собственная частота пика ($\theta - \nu_{int}$)”



De Vries 1997



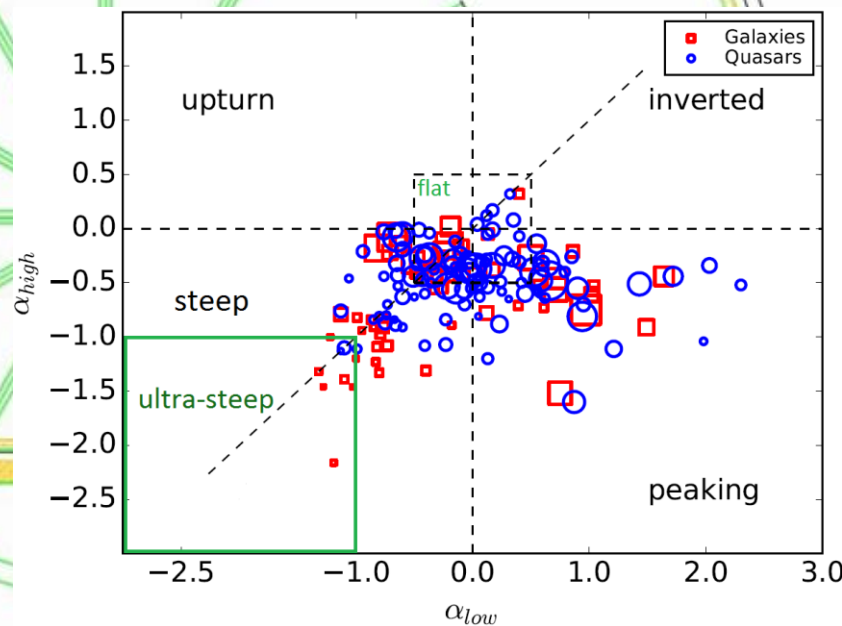
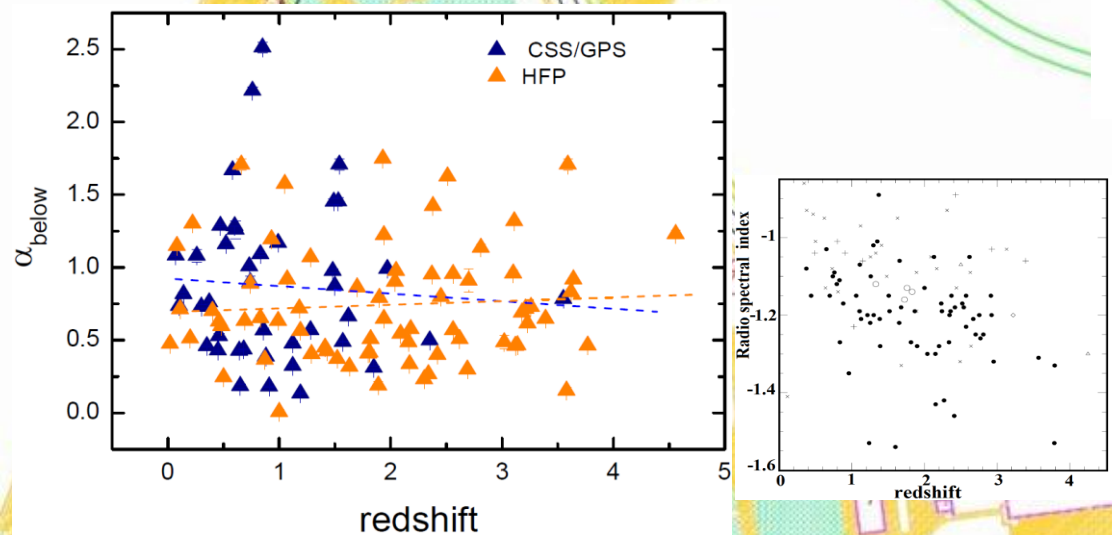
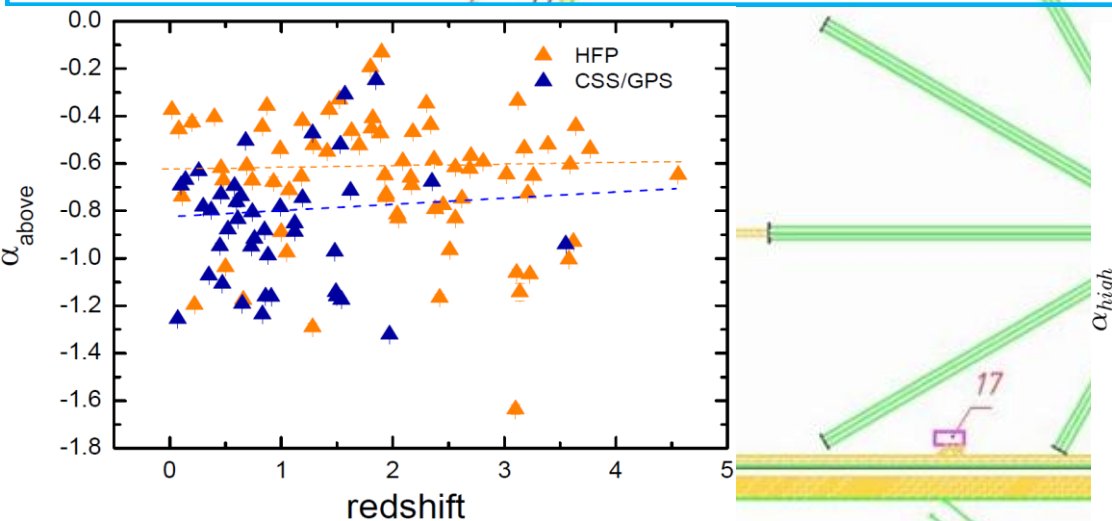
Соотношение “ $z - \nu_{int}$ ” для разных типов АЯГ. Пунктирные линии - кривые эволюции собственной частоты максимума для $\nu_{int} = 0.5$ и 10 ГГц. Сплошная линия соответствует минимальной частоте ν_{int} на определенном красном смещении.

Sotnikova et al., 2017

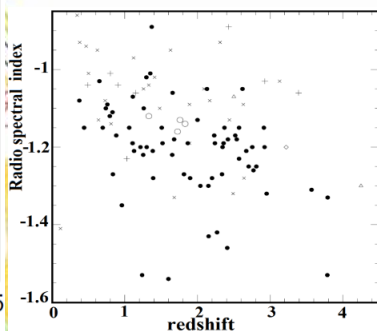
| | korr | k | k (блазары) | k (др. АЯГ) |
|-----------------------------|------|-------|-------------|-------------|
| Spearman ($p < 0.005$) | | -0.80 | -0.63 | -0.86 |

GPS/CSS/HFP на больших z

O'Dea (1991): половина “ультра-далеких” квазаров ($z > 3$) – GPS
и, половина известных GPS-квазаров – на больших $z > 3$;
Correjas (2015, 2017): MPS-метод - обнаружение предельно далеких
объектов Вселенной.

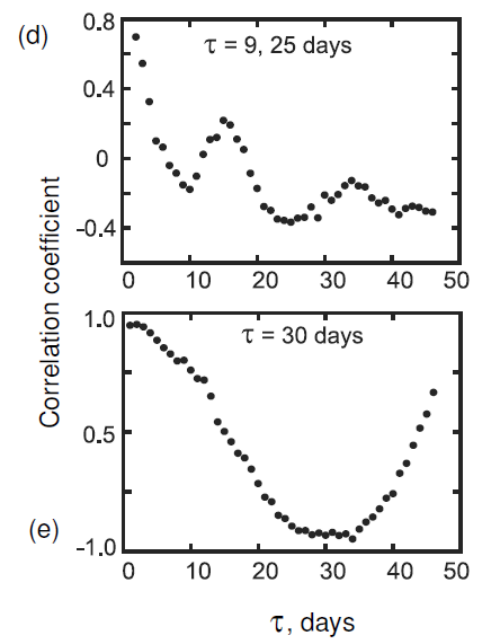
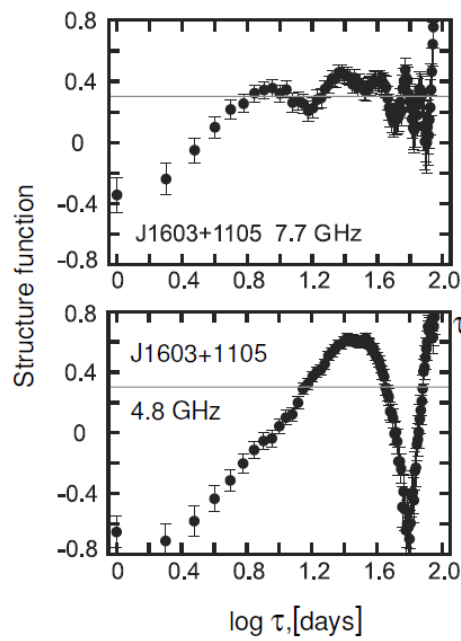
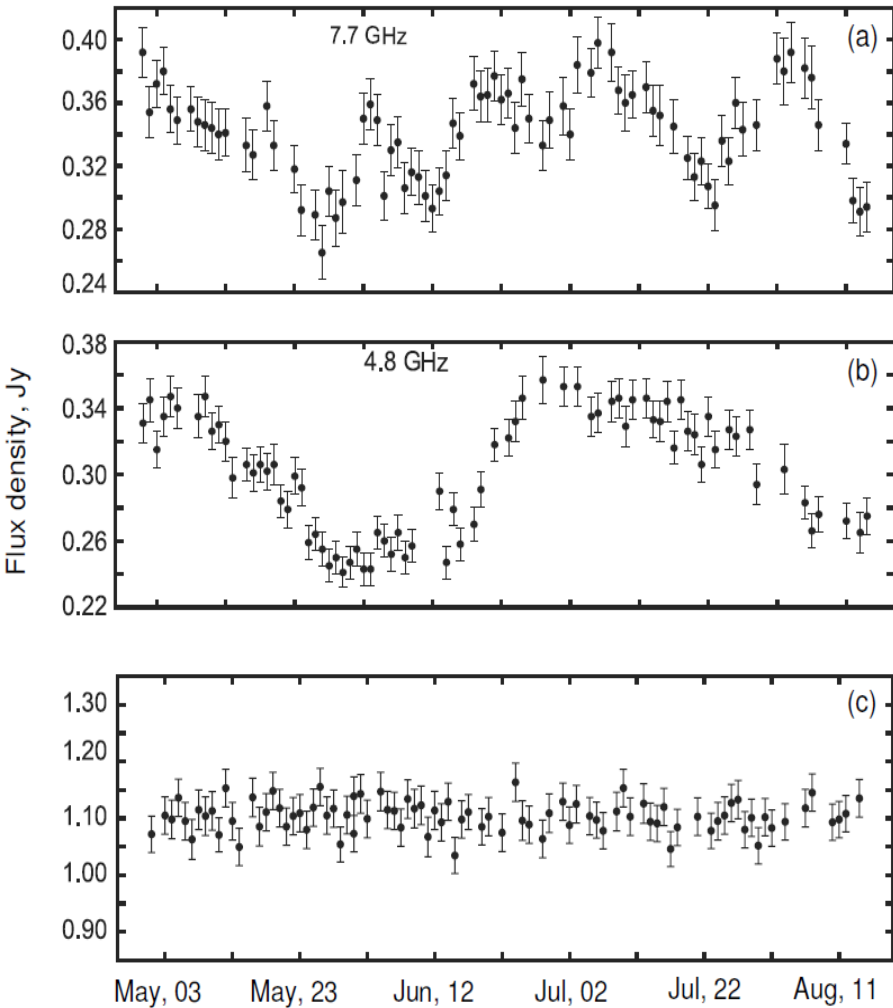


**Выборка на $z > 3$, $S_{1.4\text{GHz}} \geq 100$ mJy;
 $-35^\circ \leq \text{DEC} \leq 49^\circ$
(Sotnikova et al., in prep.)**



(Falcke 2004)

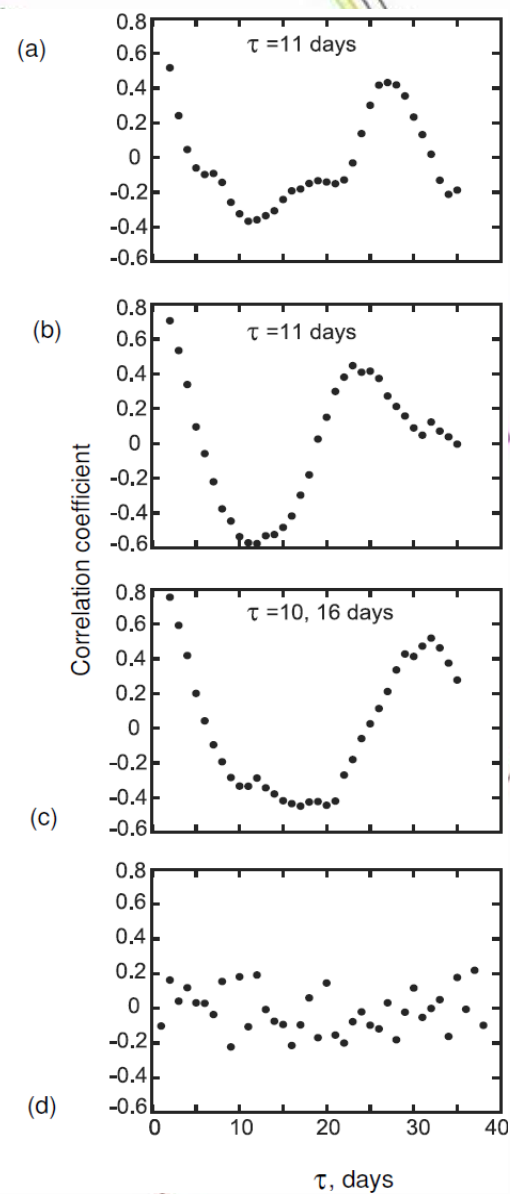
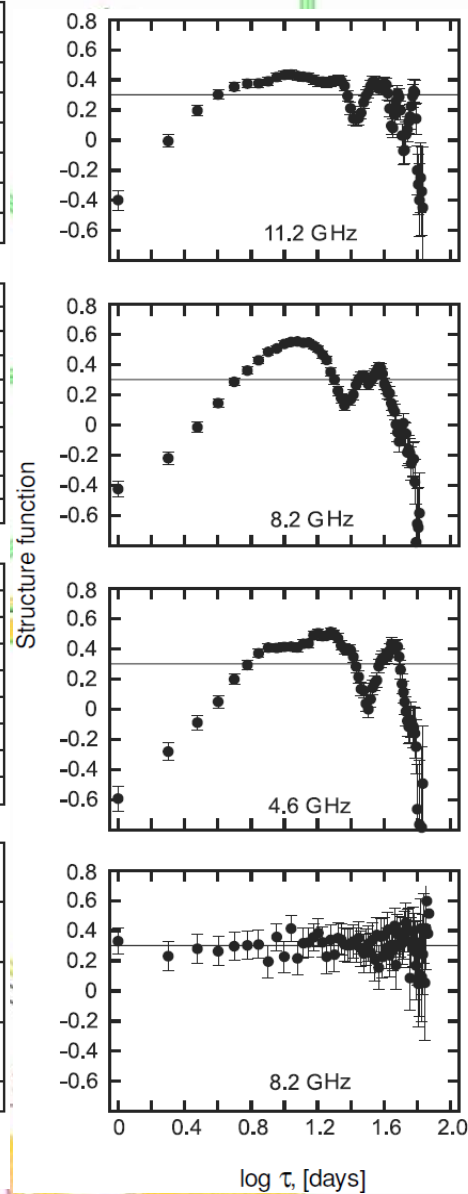
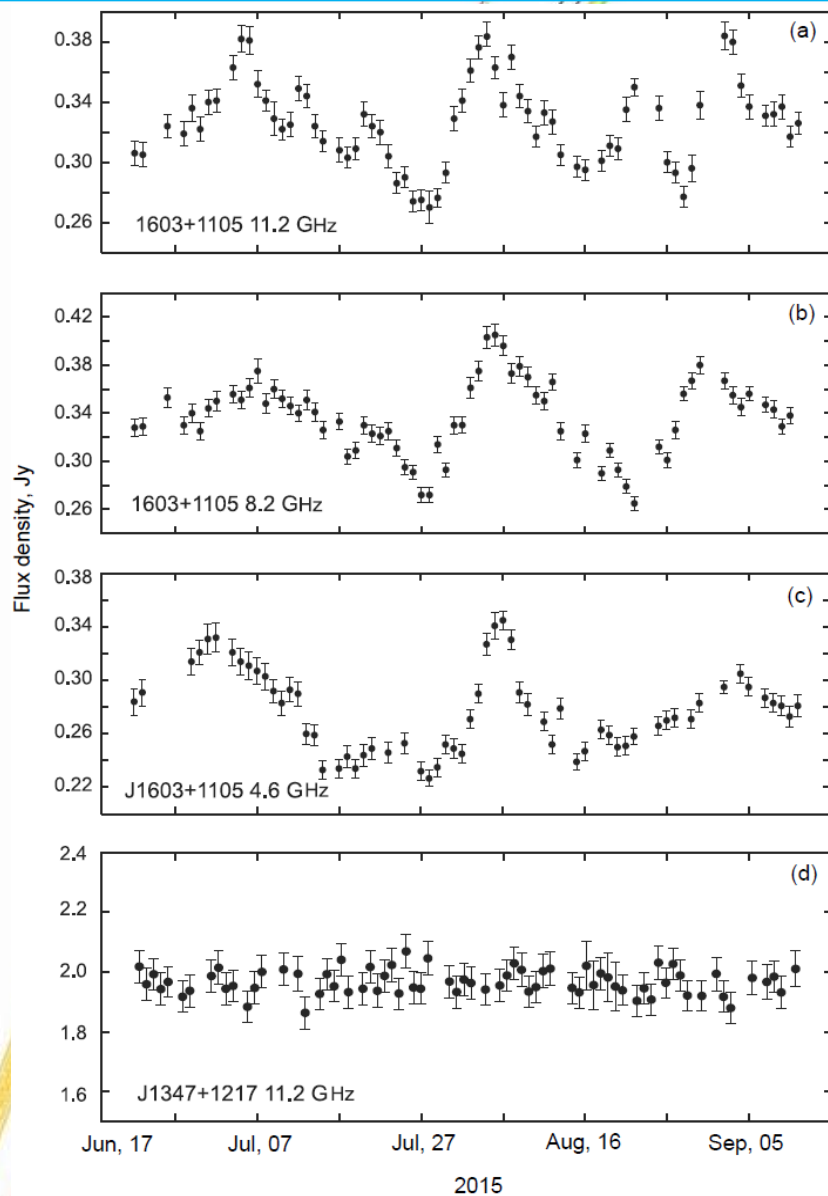
Исследование переменности блазара J1603+1105 на масштабах времени от нескольких дней до нескольких недель (ГАИШ МГУ)



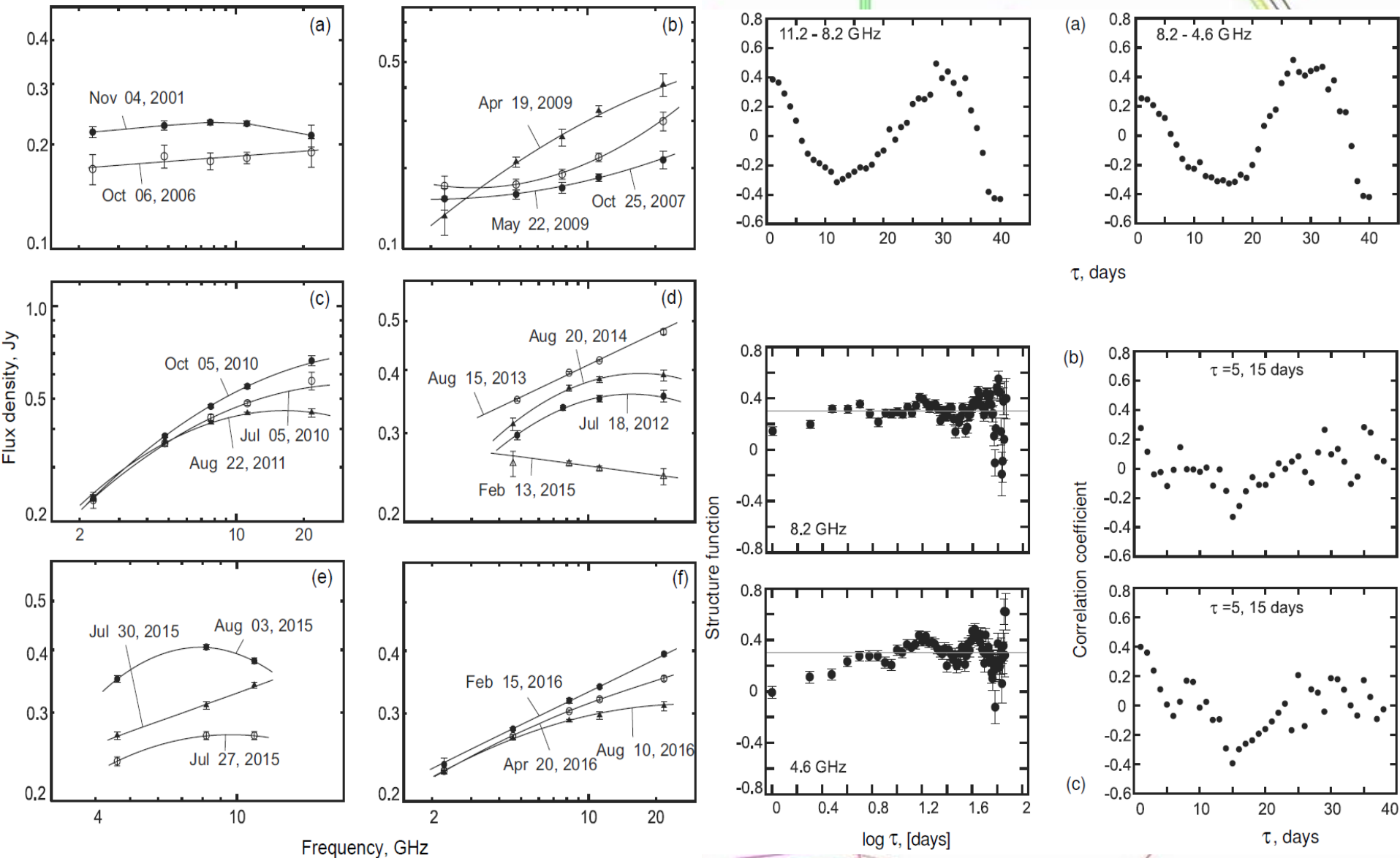
(Конникова и др., Астр. Бюлл. 2017)



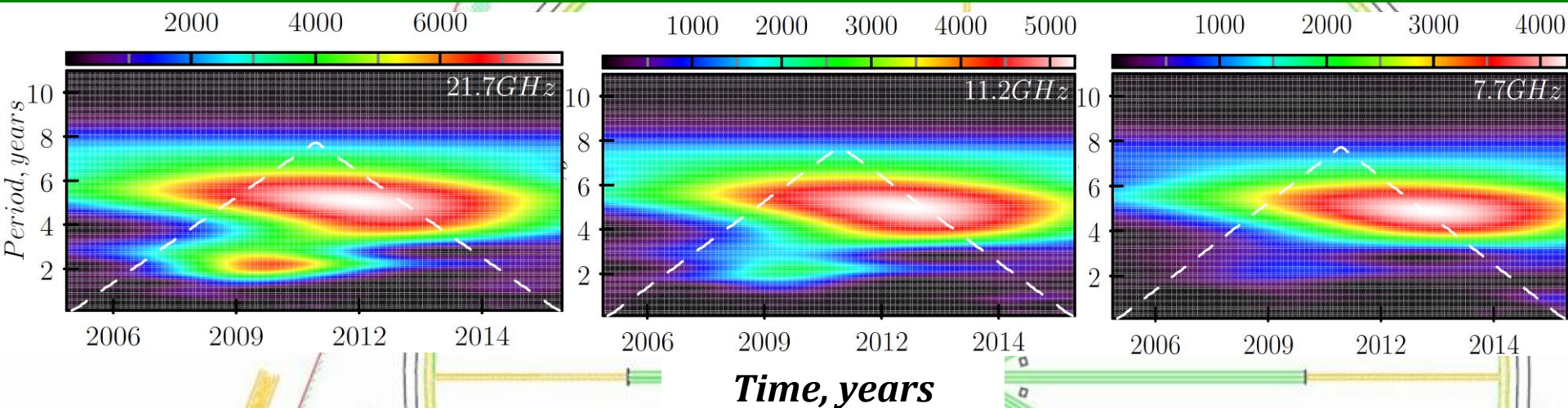
Исследование переменности блазара J1603+1105 на масштабах времени от нескольких дней до нескольких недель (ГАИШ МГУ)



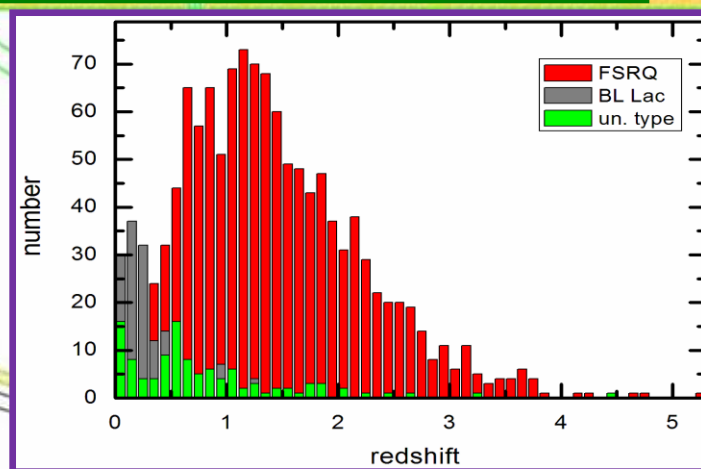
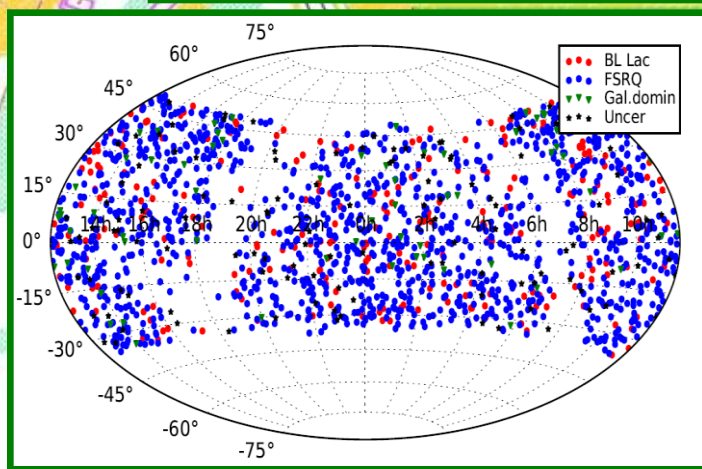
Исследование переменности блазара J1603+1105 на масштабах времени от нескольких дней до нескольких недель (ГАИШ МГУ)



Исследование радиосвойств блазаров каталога VZCAT



Спектр мощности непрерывного вэйвлет-преобразования кривых блеска 3C454.3 на частотах 21.7, 11.2, 7.7/8.2 ГГц.



VZCAT ($S > 100$ мЯн на 1.4 ГГц)

Глубокие обзоры неба РАТАН-600 на волне 7.6 см (1980–1999 гг.): каталог радиоисточников в интервале прямых восхождений $2^{\text{h}} \leq RA < 7^{\text{h}}$.

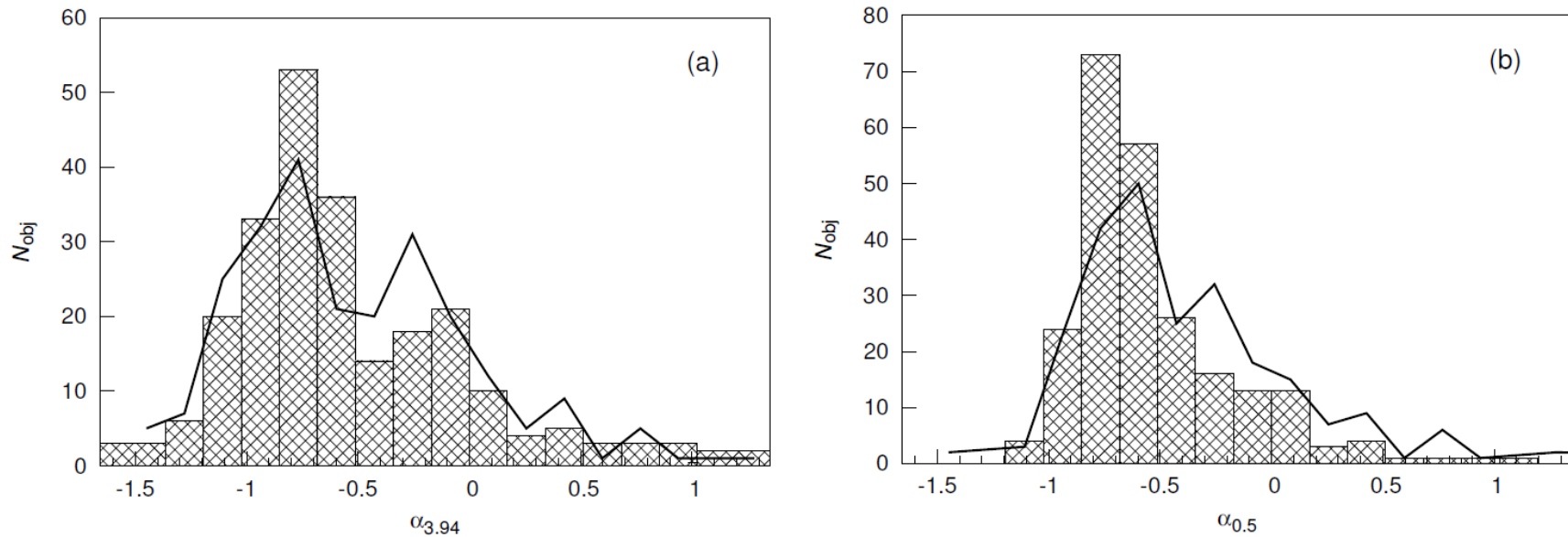
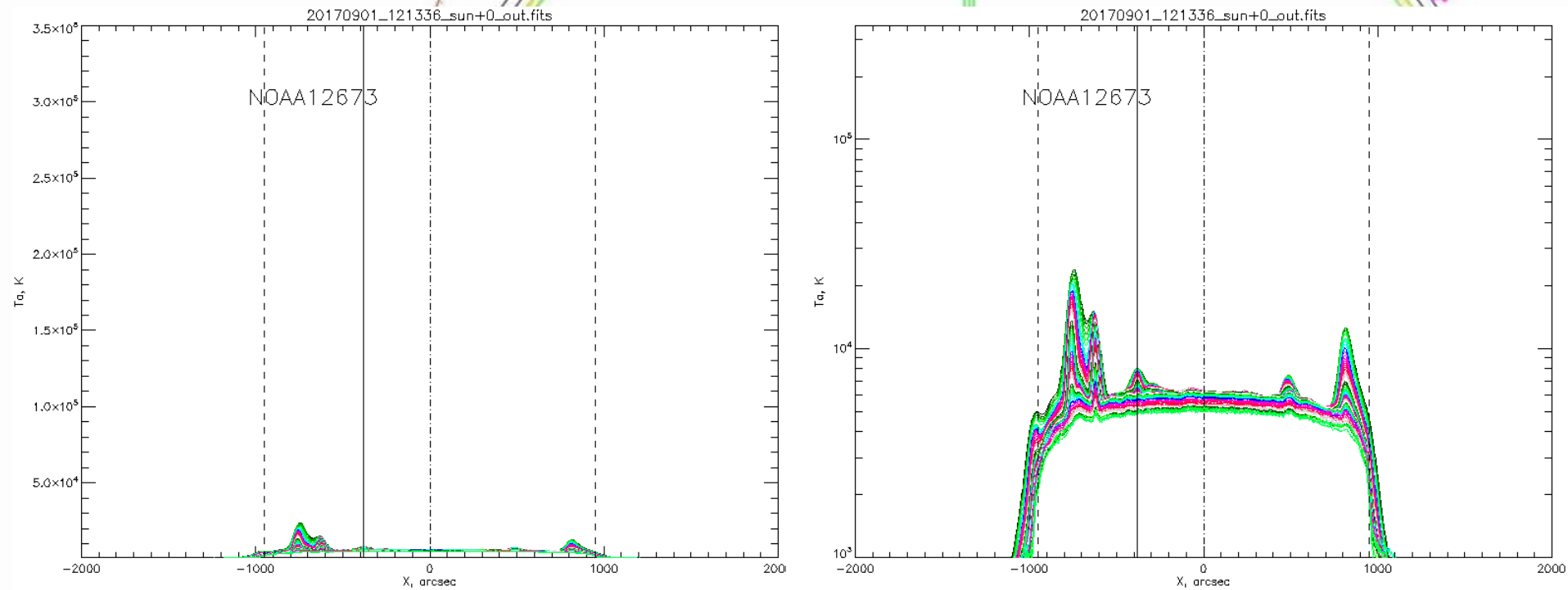


Рис. 1. Распределение спектральных индексов для всех RCR-источников, обнаруженных в интервале прямых восхождений $2^{\text{h}} \leq RA < 7^{\text{h}}$: (a) на частоте 3.94 ГГц ($\alpha_{3.94}$) и (b) на частоте 0.5 ГГц ($\alpha_{0.5}$). Столбчатая гистограмма показывает индексы, определенные по спектрам, которые построены с привлечением данных обзоров GLEAM и TGSS, линия — без использования GLEAM и TGSS.

(Желенкова и др., Астр. бюлл. 2017)

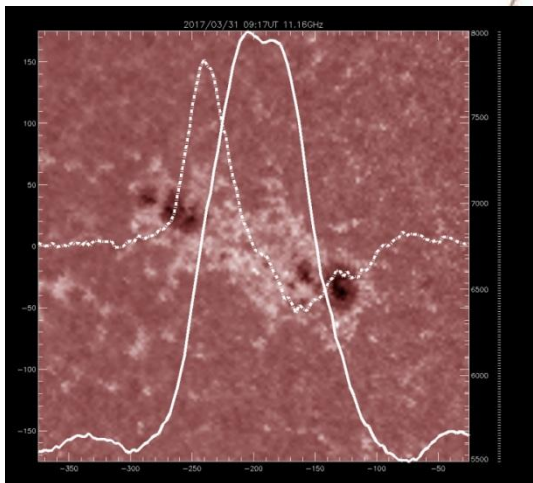
Мощные всплывающие события на Солнце



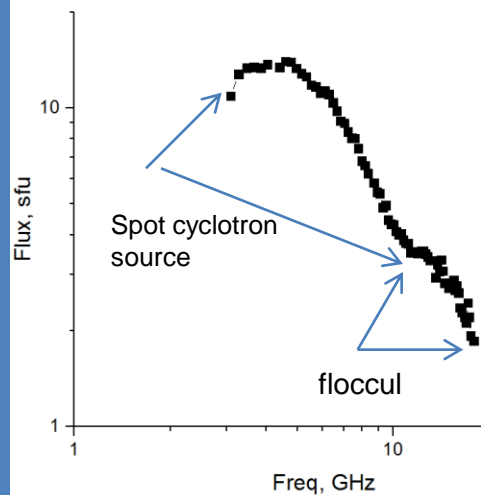
Сканы Солнца, полученные на СПК. Слева – линейная шкала, справа – логарифмическая шкала антенных температур.

(Курочкин и др., 2017)

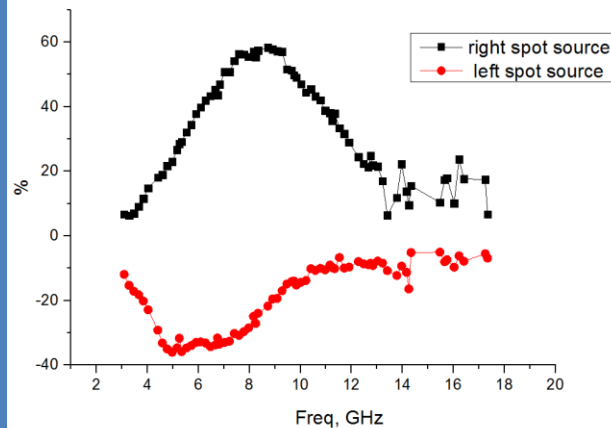
AIA 1700 A, Ratan-600 11.16 GHz



Full flux of AR 12645 31_03_2017

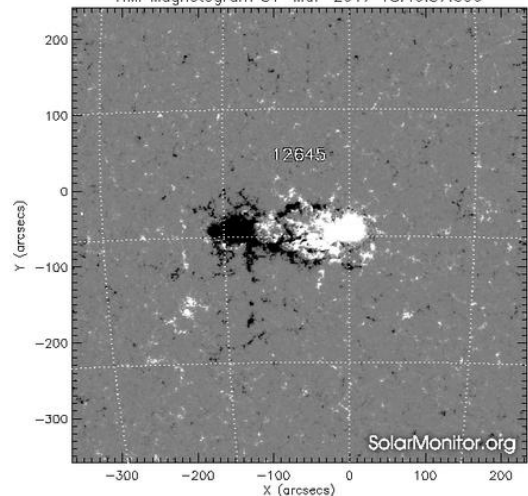


degree of polarization at 2 local max of V 31_03_2017 AR 12645



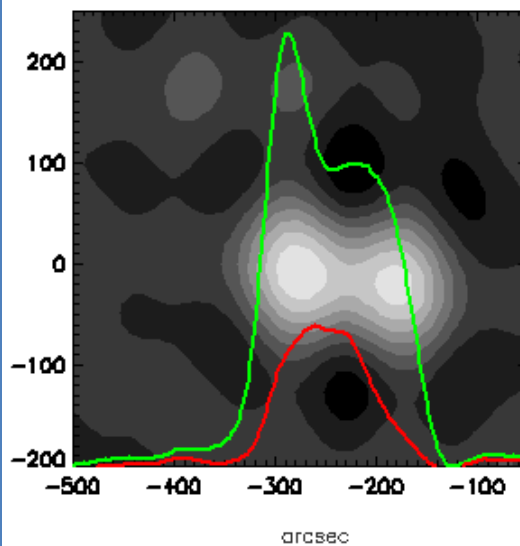
HMI Mag 20170331 18:46

HMI Magnetogram 31-Mar-2017 18:46:37.500

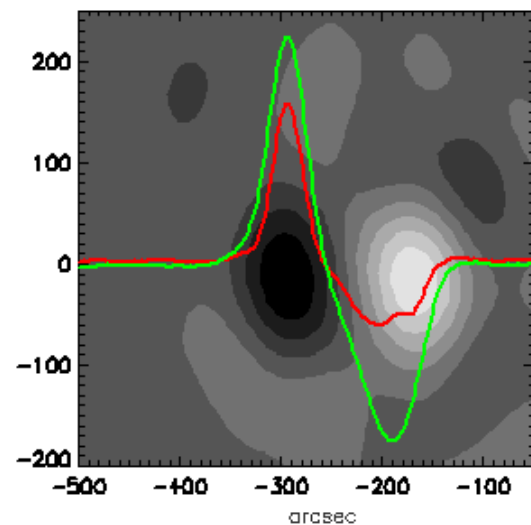


RATAN-600: 9.75 GHz (red), 6.80 GHz (green)

SSRT 6.8 GHz Int I

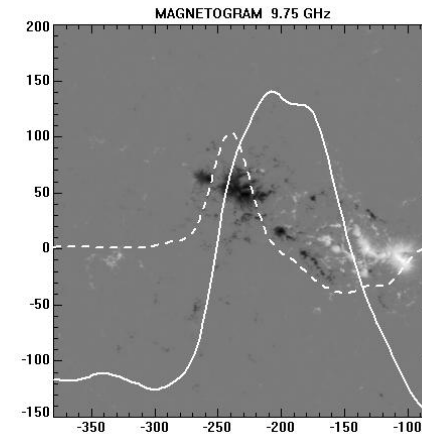
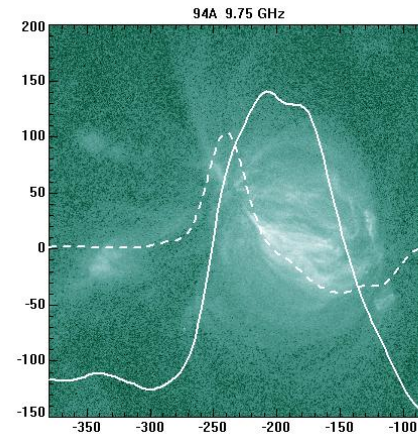
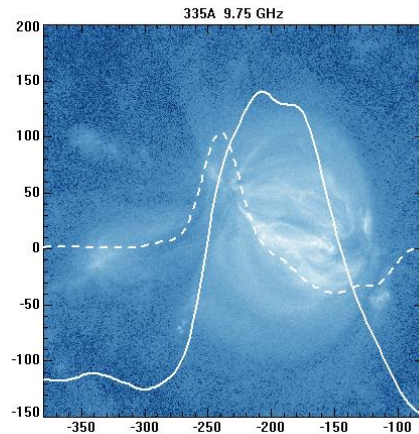
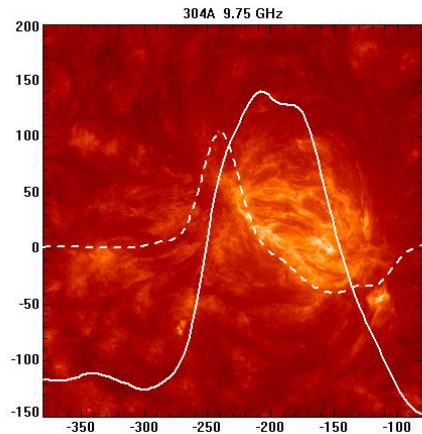
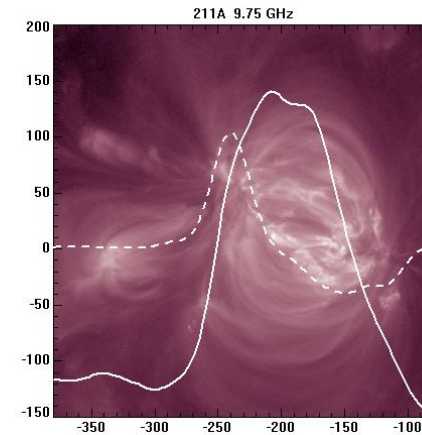
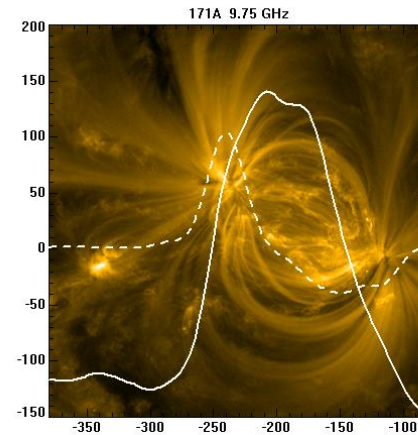
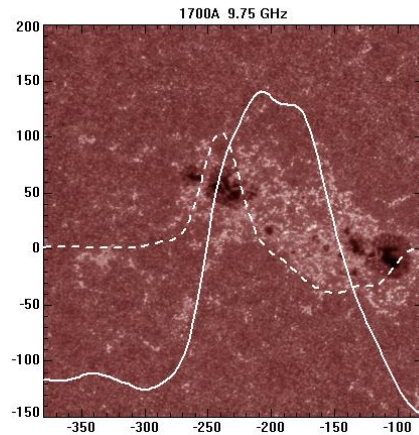
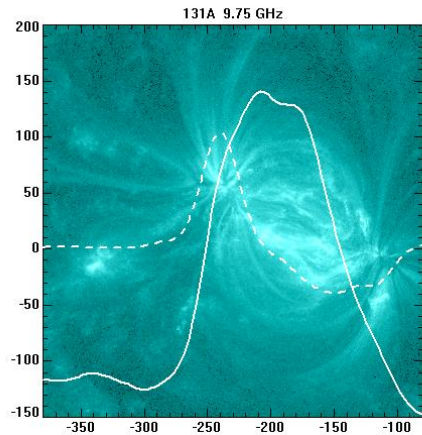


SSRT 6.8 GHz Int V



(Кальтман и др., 2017, не опубликовано)

Скан Ратан-600 на волне 9.75 ГГц (I – сплошная, V – штриховая), наложенный на изображения, полученные на аппарате AIA космической станции SDO в различных диапазонах (оптическом, УФ, магнитограмма)



(Кальтман и др., 2017)

Modeling of the Solar Atmosphere Parameters Above the Sunspots using RATAN-600 Microwave Observation

(Stupishin, Kaltman et al., 2017)

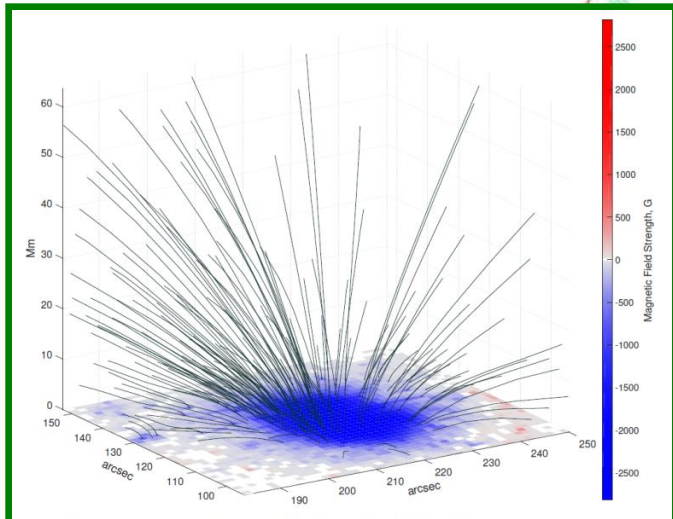


Figure 2. Reconstructed magnetic field of the AR NOAA 11312.

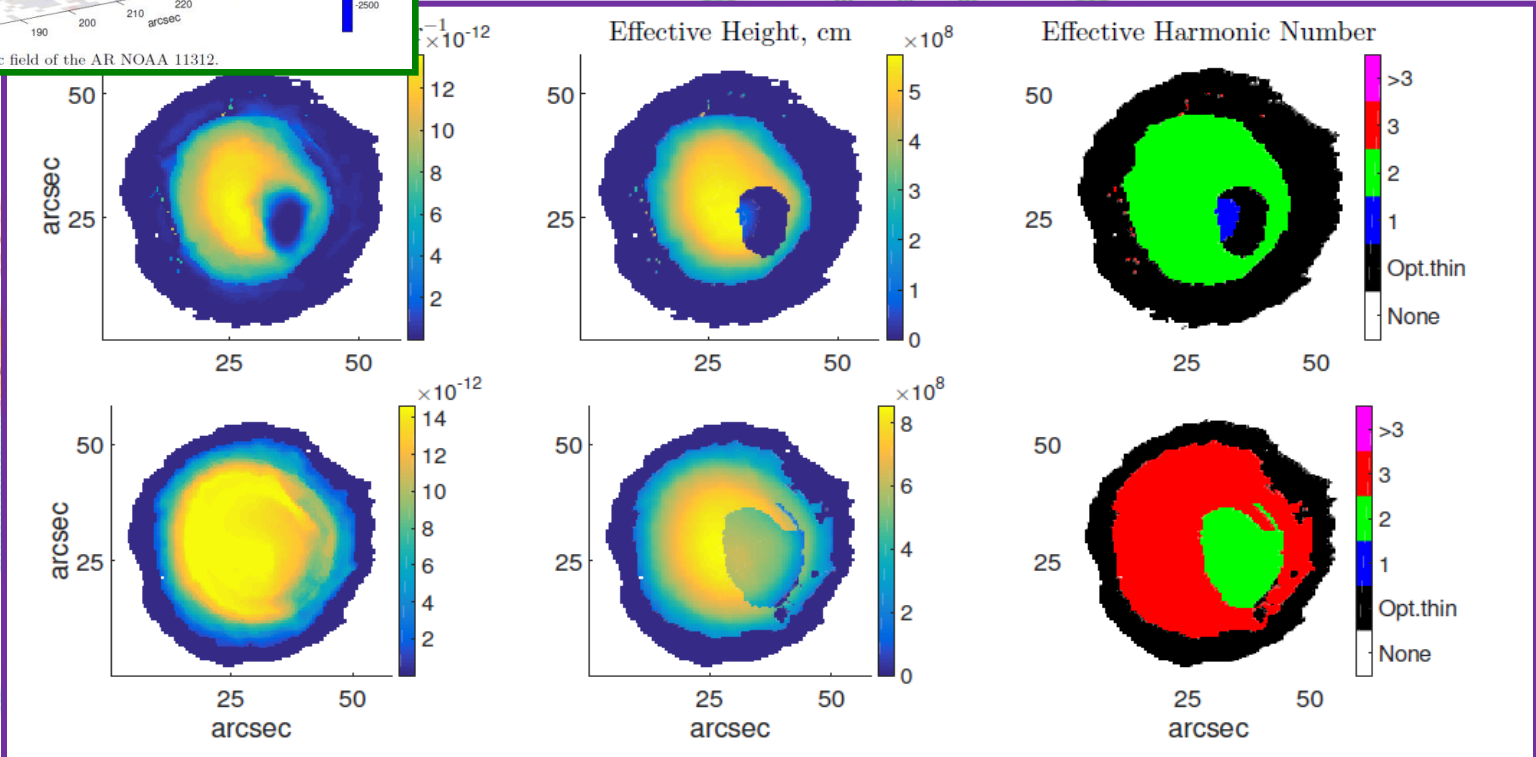


Figure 4. Radio maps, effective heights, and effective harmonic numbers for the atmosphere model obtained after the end of the iteration algorithm for AR NOAA 11312 at 7.1 GHz. The upper row corresponds to the ordinary mode (left polarized), lower row to the extraordinary mode (right polarized).

Порядок деятельности

Конкурсная основа наблюдательных заявок -- Национальный комитет по тематике Российских телескопов (НКТРТ, научно-техническая экспертиза) при Федеральном агентстве научных организаций.

Документация (www.sao.ru):

1. Положение об УНУ РАТАН-600.
2. Порядок доступа пользователей к научному оборудованию УНУ РАТАН-600.
3. Перечень типовых услуг (Циркулярное письмо НКТРТ).
4. Порядок приема заявок НКТРТ.
5. Порядок работы НКТРТ.
6. Положение о НКТРТ.
7. Положение об Архиве наблюдательных данных САО РАН.

Расписание наблюдений (<https://www.sao.ru/Doc-k8/Telescopes/>);
Отчетность о работе УНУ (СЭК РАТАН-600, научные подразделения).

заклучение

1. Создание нового радиометрического комплекса на 6 см.
2. Интенсивная работа по геодезическим измерениям Главного и вторичных зеркал, плановой геодезической сети телескопа.
3. Возобновление работы Западного сектора.
4. Капитальный ремонт механической части Плоского отражателя.
5. Освоение альтернативных режимов наблюдений с целью отслеживания динамики активных процессов на Солнце.

